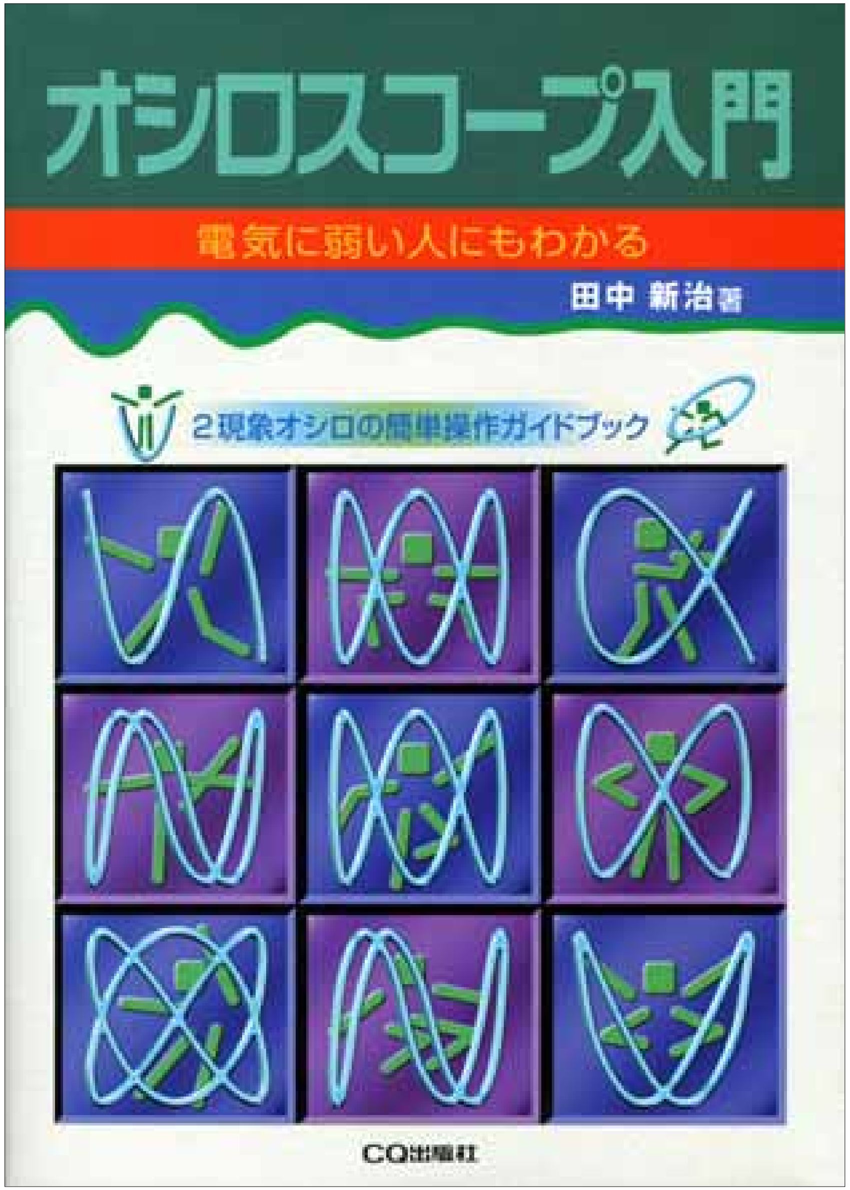


オシロスコープ入門

オシロスコープ入門
電気に弱い人にもわかる
2 現象オシロの簡単操作ガイドブック
田中新治 著
CQ 出版株式会社発行 定価￥1,500 円(税別)

電気に弱い人にもわかるガイドブック

本書では、これからオシロスコープの操作を習いたい人、使い始めて間もない人、あるいはみようみまねで取りあえず使っている人々など、いわゆるビギナーを対象にオシロスコープの使い方を説明しています。

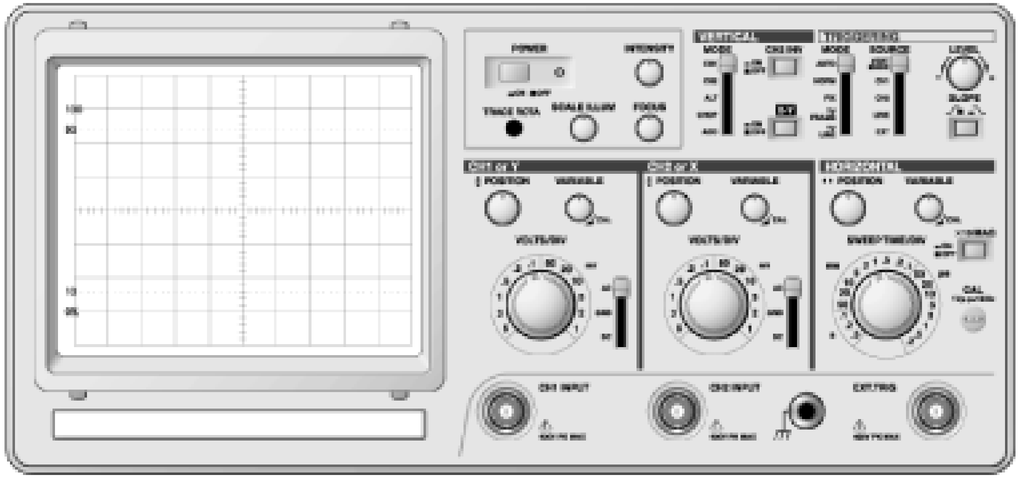
それ故、オシロスコープがどのような仕組みで動作しているかなど、ここでは細かく説明していません。オシロスコープそのものはブラック・ボックスであっても、オシロスコープの操作の習得に支障はありません。どのようにすれば波形の観測ができるのか？、交流電圧や周波数を求めるには？精度の高い測定方法は？など、実践的な内容に重点をおいています。

理系の人でないと理解し難いオームの法則やデシベルなど、電気の専門知識が必要な記述は使わず、文系の人にも理解しやすいように別の表現に変えたり、オシロスコープの操作の習得に限れば、急いで知る必要もないと思われるものはあえて省略しました。

次ページにある本書の章タイトルですが、最初のページから順に読む必要はありません。自分のオシロスコープに対する理解度により、知りたい内容のページへ一気にジャンプして読まれるほうがスキルアップの早道です。ぜひこの機会にプロフェッショナルへの道を目指して頑張ってください。

オシロスコープの基本的な操作の解説に徹した「オシロスコープ入門」

第 1 章 ...波形と電圧との関係
第 2 章 ...ブラウン管の基礎知識
第 3 章 ...オシロスコープの動作原理
第 4 章 ...つまみやスイッチの説明
第 5 章 ...オシロスコープの操作方法
第 6 章 ...2 現象オシロスコープの操作方法
第 7 章 ...オシロスコープの基本測定
第 8 章 ...リサジュー図形の仕組み
第 9 章 ...プローブ(Probe)
第 10 章 ...測定時の誤差
第 11 章 ...スキルアップ・テクニック
第 12 章 ...FAQ(よく聞かれる質問)
第 13 章 ...定格の読み方
第 14 章 ...オシロスコープの用語集
インデックス
Appendix 遅延掃引(Delayed Sweep)

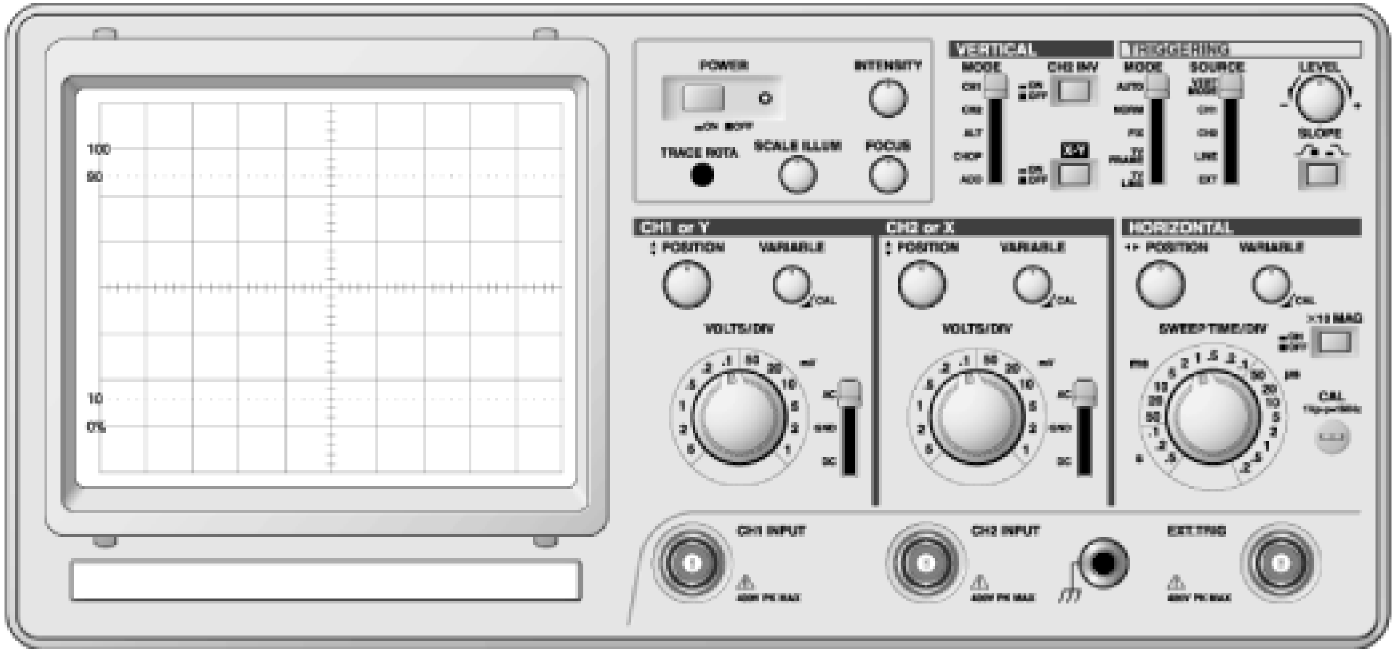


オシロスコープ(Oscilloscope)とは

オシロスコープとは、時間の経過と共に電気信号(電圧)が変化していく様子をリアルタイムでブラウン管に描かせ、目では見ることのできない電気信号の変化していく様子を観測できるようにした波形測定器です。
このブラウン管は、ドイツ人のブラウン(Karl Ferdinand Braun)が、大学の学生に電流の波形を見せるための教材として1897年に試作した陰極線管(Cathode Ray Tube)が原型とされ、今では彼の名前で広く呼ばれるようになりました。現在、テレビジョンに使われているブラウン管は、オシロスコープのものとは仕組みが異なりますが、ルーツを遡れば同じ所へ行き着きます。
オシロスコープは、このブラウン管上の輝点の動きの速さや振れの大きさを測ることで、間接的に電気信号の電圧の時間的変化を簡単に測ることができます。ですから、測定しようとする現象が電圧の形に変換できれば、電気信号の変化だけでなく、温度、湿度、速度、圧力‥‥など、色々な現象の変化量を測ることができます。

電圧計は変化する電圧の平均的な価を測定するのに対し、オシロスコープは電圧の変化していく様子をリアルタイムで波形として観測できる

オシロスコープが電圧計と大きく異なるところは、単にその電圧の平均的な値を測るものではなく、電圧が変化していく様子を時々刻々と目で追いかけたり、突発的に発生する現象も捉えることができます。
しかも、非常に高い周波数の電気信号の変化もブラウン管に描くことが可能で、エレクトロニクス分野のエンジニアには必携の波形測定器として重宝がられています。
本書は、ビギナーを対象にしているので、難解な回路構成や信号処理にはあえて触れず、オシロスコープの概念と基本的操作、使い方に絞ってやさしく解説しています。オシロスコープのハードウェアの説明よりも、どのように操作すればオシロスコープの機能を100パーセント活用できるのかを説明することにウエイトをおいてます。
ぜひ、皆さんも本書を片手にオシロスコープを操作してみてください。習うより慣れろ‥‥意外に簡単であることがわかってくると思います。
ここでマスターすることはオシロスコープのベーシックですから、その基本的な考え方は将来も変わることはありません。本書が皆さんのオシロスコープによる測定技術の向上に少しでもお役に立てば幸いです。



電気の専門知識が必要な術語は使わず、文系の人にも理解し易い熟語で記述

第1章 波形と電圧との関係......12
直流電圧と交流電圧 12
代表的な波形 13
正弦波 13
ノコギリ波 13
方形波 14
パルス波 14
交流電圧計の限界 14
第2章 ブラウン管の基礎知識......16
ブラウン管の種類 16
電磁偏向形ブラウン管 16
静電偏向形ブラウン管 16
静電偏向形ブラウン管の構造 17
電子銃部(ガン)......18
カソード 18
制御グリッド 18
第２グリッド 18
第１陽極 18
第２陽極 18
後段加速電極　19
偏向部(ヨーク)　20
ブラウン管の偏向部 20
偏向板の構造 20
垂直偏向板(Ｙ軸偏向板)......20
水平偏向板(Ｘ軸偏向板)......20
偏向板の機能 20
偏向感度 21
蛍光面(スクリーン)......26
残光時間 26
目盛 27
第3章 オシロスコープの動作原理......28
基本的な動作 28
同期方式 31
同期掃引方式 31
トリガ掃引方式 32
トリガ掃引方式オシロの回路構成......33
入力減衰器 33
垂直プリアンプ 34
遅延回路(ディレー・ライン)......34
垂直メイン・アンプ 34
トリガ発生器 34
掃引ゲート回路 35
掃引発生器 35
ホールドオフ回路 35
水平軸増幅器 35
アンブランキング回路 35
電源／高圧回路 35
校正電圧回路 35
ブラウン管 35
２現象オシロスコープの回路構成 36
２信号の切替方式 36
ALT(オルタ)方式とは 37
CHOP(チョップ)方式とは 37
第4章 つまみやスイッチの説明......38
SCREEN......38
POWER......39
SCALE ILLUM......39
INTENSITY......39
FOCUS......40
TRACE ROTA......40
VERTICAL POSITION.....41
CH1 INPUT / CH2 INPUT......42
AC－GND－DC......43
VERTICAL MODE......43
CH2 INV......45
X−Y......45
VOLTS/DIV......46
VARIABLE......51
リアパネルにある機能 52
CH1 OUT.....52
Z AXIS INPUT.....52
SWEEP TIME/DIV......53
VARIABLE......56
HORIZONTAL POSITION......57
× 10MAG......58,　CAL......59
EXT. TRIG.....60,　GND......60
TRIGGERING MODE......60
TRIGGERING SOURCE......61
TRIGGERING SLOPE......62
TRIGGERING LEVEL......63

第５章 オシロスコープの操作方法 64
電源を ON する前にあらかじめ基本ポジションにセット 64
基本ポジションにセットしたら電源 ON......66
ノブやスイッチのセットが完了したら信号を入力 68
(1) 波形の位置を上下に移動させる 76
(2) 波形の位置を左右に移動させる 76
(3) 波形の振幅を連続的に変える 78
(4) 大信号や微少信号を適当な大きさ（振幅）にする 78
(5) 波形の周期を連続的に変える 80
(6) 波形の周期を適当な数にする 80
第６章 ２現象オシロスコープの操作方法 82
電源を ON する前にあらかじめ基本ポジションにセット 82
２つの信号を同時に観測する 82
AUTO と NORM を切り替えてみる 84
VERT MODE / CH1 / CH2 を切り替えてみる......84
スロープの＋と－を切り替えてみる 86
入力信号を切り替えて表示波形を確かめてみる 88
第7章 オシロスコープの基本測定......90
電圧の測定 90
時間の測定 91
リサジュー図形による測定 91
電圧の基本測定 92
交流電圧の測定 92
直流電圧の測定 96
交流分を含んだ直流電圧の測定 100
「直流電圧分の測定」......100
「交流電圧分の測定」......102
時間の基本測定 104
時間の測定 104
周波数の測定 106
リサジュー図形による基本測定 108
振幅の比較 110
位相差の算出 112
周波数の比較 114
第8章 リサジュー図形の仕組み......118
同じ周波数によるリサジュー図形 119
「リサジュー」と言われる由縁 120
リサジュー図形の例 121
第9章 プローブ（Probe）......122
プローブの種類 122
プローブの仕組み 123
プローブの仕様 123
プローブの校正 124
第10章 測定時の誤差 126
読み取り誤差を少なくする（電圧測定）......126
読み取り誤差を少なくする（時間測定）......128
周波数特性による測定誤差 129
立上り時間（パルス）の測定誤差 130
定格で定められた許容誤差 131
第11章 スキルアップ・テクニック 132
電源を ON する前にあらかじめ基本ポジションにセット 132
基本ポジションにセットしたら電源 ON......134
トリガソースの選択方法 136
VERT MODE がトリガ信号を自動選択 136
［LINE］は電源同期（50 Hz or 60 Hz）専用......139
［EXT］は外部信号でトリガ 139
× 10MAG の測定 140

× 10MAG と SWEEP TIME/DIV の測定は同じか？ 140
× 10MAG と SWEEP TIME/DIV の動作の違いは？ 142
「× 10MAG」と「SWEEP TIME/DIV」それぞれの波形表示 143
方形波やパルス波の測定 144
方形波、パルス波の各部分の定義 145
スクリーンの目盛 145
立上り時間の測定 146
立下り時間の測定 148
パルス幅の測定 150
2信号の時間差と位相差の測定 152
2信号の時間差の測定 152
2信号の位相差の測定 154
2信号の和と差の測定 158
2信号の和の測定 158
2信号の差の測定 160
映像信号(ビデオ信号)の観測 164
ビデオ信号の観測 164
第12章 FAQ(よく聞かれる質問)............166
●他の場所にオシロスコープを移動したら輝線が傾いてしまった......166
●波形の輝度が普段より暗い......166
●電源スイッチをONしたがブラウン管に何も現れない......166
●輝度が暗く波形というよりは斜線(または円弧の一部)に見える......166
●波形の輝度が暗くスクリーンの左右外側にも波形が続いている......166
●輝線が太く滲んでいるように見える......167
●TRIGGERING MODEスイッチがNORMの時に輝線が見えない......167
●TRIGGERING MODEスイッチがAUTOでも輝線が見えない......167
●信号を入力しているが輝線しか見えない......167
●CH1 に信号を入れても波形が見えない......167
●CH1 と CH2 に同時に信号を加えても CH1 の波形しか見えない......167
●電源スイッチをONしたが輝点しか見えない......168
●CH1 に信号を加えたが縦に輝線が1本見えるだけ......168
●リサジュー図形がHORIZ POSI.つまみで横方向に移動できない......168
●リサジュー測定の時に図形の縦と横が説明と違う......168
●CH2 の信号が TRIGGERING SLOP の設定と逆にトリガする......168
●VERTICAL MODEをADDにしたが予想した波形と異なる......168
●HORIZ. POSIつまみを回しても輝線がスクリーンから出ない......168
●TRIGGER LEVELノブが中央付近にあっても波形が静止しない......169
●波形の振幅を小さくすると波形が静止しない......169
●波形の振幅が1 div位から小さくなると静止しなくなる......169
●Triggering Modeスイッチが NORMでも波形が静止しない......169
●波形の立ち上がり部分から見たいが立ち下がり部分からになる......169
●低周波(50 Hz以下)になると波形が時々動いてしまう......169
●ビデオ信号が静止しない......170
●× 10MAG スイッチが ON では波形が左右に揺れ動いている......170
●低周波を2現象表示している時に波形がちらついて見にくい......170
●2 現象表示している時に表示波形が細切れになる......170
●信号(直流電圧)を加えたが輝線が動かない......170
●直流分を含んだ微少交流電圧を測定したいが波形が見えない......170
●同じ信号源からの測定で前回と全然違う測定値となった......171
●測定波形に交流雑音が混じっている......171
●高い周波数で測定した電圧は誤差が大きいようだ？......171
●パルス波の立上り時間を測定したが測定値が大き過ぎる？......171
●プローブを使用したら測定値が一桁小さくなってしまった......171
第13章 定格の読み方 172
「ブラウン管」......172
形式 172
加速電圧 172
有効面 172

「垂直軸」......172
動作様式 172
感度、減衰器 173
周波数特性 173
入力インピーダンス 174
最大入力電圧 174
CHOP 周波数 174
「水平軸」(CH2 入力)......174
動作様式 174
感度 174
入力インピーダンス 174
周波数特性 175
X−Y 間位相特性 175
「掃引」......175
掃引時間 175
掃引拡大 175
直線性 175
「同期」......176
トリガ・ソース 176
トリガ・モード 176
トリガ感度 176
「その他」......176
校正電圧 176
輝度変調 176
CH1 信号出力 176
第14章 オシロスコープの用語集......178
インデックス 188
Appendix　遅延掃引(Delayed Sweep)......202
SWEEP TIME/DIV スイッチによる波形拡大 202
「× 10MAG」による波形拡大 204
遅延掃引とは 205
遅延掃引の特徴 205
主掃引と遅延掃引 205
A & B SWEEP TIME/DIV(A & B 掃引時間切替器)......206
遅延時間 207
拡大する部分の設定 208
「× 10MAG」との相違 208
連続遅延と同期遅延 208
連続遅延(Starts After Delay)......209
同期遅延(Triggerable After Delay)......209

このコンテンツは著作権のある文献からの二次使用で全部または一部について他への転記転載、引用などはご遠慮ください。

「参考・引用文献」

取扱説明書(40MHz2 現象オシロスコープ CS−4135)
取扱説明書(100MHz2 現象オシロスコープ CS−5375)
株式会社ケンウッド ティー・エム・アイ 制作

製品カタログ(オシロスコープ)
株式会社ケンウッド ティー・エム・アイ 制作

オシロスコープ活用法
株式会社ケンウッド ティー・エム・アイ 著作
ＣＱ出版株式会社 発行

end of contents